

## MAPEO DE COMPETENCIAS DE EGRESOS INTERNACIONALES CONTRA OBJETIVOS DE APRENDIZAJE POR CURSO Y PROGRAMA

P. Torres Madrid<sup>1</sup>  
R. Alejos Palomares<sup>2</sup>  
F.J. Burguete Leal<sup>3</sup>

### RESUMEN

Cuando se cumplen los criterios establecidos y el programa obtiene una acreditación internacional, se asegura que la calidad de la experiencia educativa que ha recibido el estudiante, cumple con los estándares de la profesión aumentando y mejorando las oportunidades de empleo para los mismos (ABET, [2015]. Acreditaciones. Obtenido el 19 de marzo de 2015, de: <http://www.abet.org/accreditation/>). Para ello, se requiere hacer, en primera instancia, un análisis detallado para conocer el apego de los objetivos del programa en cuestión contra los de una acreditadora que garantiza precisamente, una educación en ingeniería de alto nivel. A través de una serie de mapeos es posible organizar la información de tal manera que rápidamente entregue respuestas para la toma de decisiones o identificación de mejoras. Con aquellas, el programa de Ingeniería Mecánica es capaz de sustentar su plan de estudios ante la acreditadora ABET, mostrando que efectivamente fomenta los once *Student Outcomes* que promueve en un egresado a lo largo de su carrera. Aunado a ello, el mapeo ha conseguido enfocar los esfuerzos de los profesores para asegurar la adquisición de competencias de manera paulatina y así, tener la seguridad de continuar con el proceso de preparación desde los de instrumentos y artefactos de medición directa e indirecta, hasta la implementación de mejoras puntualmente identificadas.

### ANTECEDENTES

La Universidad de las Américas Puebla ha buscado desde su fundación la mejora continua en programas de licenciatura, maestría y doctorado ofreciendo un servicio educativo de alto nivel que se ha mantenido y que sigue evolucionando. Actualmente, todos los planes de estudio cuentan con el Reconocimiento de Validez Oficial (RVOE) y todas las licenciaturas están acreditadas ante el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A. C. (COPAES) y ante el Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, A.C. (CIESS) entre otras (UDLAP, (2015). Acreditaciones. Obtenido el 19 de marzo de 2015, de: <http://www.udlap.mx/internas/acreditaciones.aspx>).

De igual manera, la Universidad de las Américas Puebla ha sumado esfuerzos para alcanzar el máximo reconocimiento que otorga la Southern Association of Colleges and Schools Commission on Colleges (SACSCOC): Nivel VI, lo cual acredita que los estudios realizados en la Universidad cumplen plenamente con los más altos estándares de calidad a nivel internacional. Aunado a ella, siete programas de Ingeniería están acreditados ante CACEI (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C.), organismo nacional acreditador de planes de estudio de licenciatura en México e incluso uno de ellos por la acreditadora internacional IFT (Institute Food Technology).

Como parte de su busca por la excelencia, cuatro programas académicos de ingeniería están preparándose para la visita del Accreditation Board for Engineering and Technology

<sup>1</sup> Profesora de tiempo completo. Universidad de las Américas Puebla. [paola.torres@udlap.mx](mailto:paola.torres@udlap.mx).

<sup>2</sup> Profesor de tiempo completo. Universidad de las Américas Puebla. [ruben.alejos@udlap.mx](mailto:ruben.alejos@udlap.mx).

<sup>3</sup> Profesor de tiempo completo. Universidad de las Américas Puebla. [franciscoj.burguete@udlap.mx](mailto:franciscoj.burguete@udlap.mx).

(ABET, 2015) que tendrá lugar en Otoño 2015. Dicha acreditadora es pionera en avalar programas de ingeniería, ciencias y tecnológicos a nivel internacional. La preparación de la vista empieza desde el año 2013 con la elaboración del Autoestudio (Self Study Report) requerido por dicha acreditadora, el cual después de haber sido examinado y emitido ciertas observaciones, los revisores han propuesto que los cuatro programas de Ingeniería procedan con la petición formal (Request for evaluation) para someterlos al proceso de acreditación.

Es importante recordar que ABET establece once *Objetivos de Aprendizaje (a-trough-k Student Outcomes)* que los egresados de ingeniería deben adquirir a lo largo de su licenciatura y que deben ser medidos únicamente en cursos de salida (nivel 400) debido a que en ellos el estudiante alcanza el máximo nivel de conocimiento y habilidades en su licenciatura. Pero antes de evaluar aquello, es necesario que cada programa de ingeniería conozca en primera instancia en qué medida los *Objetivos del Programa de Ingeniería (Program Educational Objectives – PEO’s)* y los *Objetivos de Aprendizaje (Student Outcomes – SO’s)* están alineados con las once competencias establecidas por ABET con el objetivo final de planear y orientar las mejoras de manera adecuada y acertada.

Después de reconocer que tan apegados están los *Objetivos de Aprendizaje del Programa de Ingeniería* respecto a los de ABET, es indispensable establecer cuáles serán los instrumentos de evaluación directa e indirecta, así como definir los cursos que evaluarán los *Objetivos de Aprendizaje* para, finalmente, analizar la información, crear mejoras puntuales e implementarlas inmediatamente.

## METODOLOGÍA

La preparación de la fase de reconocimiento y que finaliza con la implementación de acciones a partir de un plan de mejora continua, pasando por una evaluación y creación de instrumentos de medición, está sustentada con la capacitación de cuatro profesores de los programas candidatos a acreditarse. Ellos han participado en dos Simposios organizados por ABET en la ciudad de Portlan, Oregon en el año 2013 y en Pittsburgh, Pennsylvania durante el pasado 2014, ambos enfocados en otorgar 4 rutas educacionales a través de 60 sesiones: Educación Técnica Creativa, Program Assessment, Acreditación y Desarrollo de Evaluadores de Programa (ICACIT, [2014]. ICACIT participa del ABET Symposium 2014. Obtenida el 18 de marzo de 2015, de: <http://www.icacit.org.pe/web/component/content/article/8-noticias/288-icacit-participa-del-abet-symposium-2014.html>). De igual manera, los Talleres donde han sido participes han dejado un conocimiento claro e invaluable sobre qué debe hacer la facultad del programa, cómo alcanzar un verdadero proceso de mejora continua y cómo hacerlo de manera sencilla y eficiente.

Bajo esa premisa y con el conocimiento adquirido en los simposios, se decide comenzar creando una matriz que correlacione los objetivos de aprendizaje de cada curso disciplinario del plan académico contra los *Objetivos del Programa de Ingeniería* (Ver Tabla 1), y otra contra los *Objetivos de Aprendizaje* (Ver Tabla 2).

La finalidad es obtener un análisis introspectivo y objetivo que desencadene mejoras desde el nivel más básico como lo son las competencias de aprendizaje en un estudiante recién egresado. Aquellas mejoras pueden referirse a redefinir objetivos o incluso reescribirlos.

Además, ayuda a enfocar tanto a profesores como alumnos en cuanto a la enseñanza/aprendizaje de los cursos.

La opinión de todos los profesores de la facultad del programa fue tomada en cuenta para crear las matrices presentadas a continuación.

**Tabla 1. Matriz de correlación entre los Objetivos del Programa y Objetivos de Aprendizaje por Curso**

		1st Semester	2nd Semester	3rd Semester				4th Semester				5th Semester								
		IM 101	IM 153	IM 216	IM 230	IM 231	IM 254	IM 256	IM 265	IM 266	IM 316	IM 302	IM 303	IM 306	IM319	IM322	IM 335	IM 336	IM 366	IM 367
PROGRAM EDUCATIONAL OBJECTIVES	PEO #1	x		x	x		x		x		x	x		x	x	x			x	
	PEO #2		x			x		x		x			x	x				x	x	x
	PEO #3						x					x			x	x		x		
		6th Semester								7th Semester										
		IM 307	IM 308	IM 309	IM373	IM377	IM 378	IM 389	IM 395	IM396	IM 402	IM 403	IM 428	IM 438	IM 439	IM 409	IM 455	IM 456		
PROGRAM EDUCATIONAL OBJECTIVES	PEO #1	x		x	x			x	x		x					x	x			
	PEO #2				x				x	x			x		x				x	
	PEO #3	x	x			x	x					x		x		x	x	x		
		8th Semester								9th Semester										
		IM 419	IM 433	IM 441	IM 457	IM 498	ET 001 / IM 440	ET 001 / IM 466	ET 001 / IM 478	ET 001 / IM 488	IM 492	IM 499	IM 429	IM 475						
PROGRAM EDUCATIONAL OBJECTIVES	PEO #1	x			x	x	x		x	x	x			x						
	PEO #2		x	x					x		x	x								
	PEO #3	x	x		x		x	x		x										

**Tabla 2. Matriz de correlación entre los Objetivos de Aprendizaje por curso y los Objetivos de Aprendizaje**

		1st Semester		2nd Semester			3rd Semester					4th Semester					5th Semester					
		IM 101	IM 153	IM 216	IM 230	IM 231	IM 254	IM 256	IM 265	IM 266	IM 316	IM 302	IM 303	IM 306	IM 319	IM 322	IM 355	IM 336	IM 366	IM 367		
PROGRAM STUDENT OUTCOMES	SO #1				x	x	x			x	x			x	x		x			x		
	SO #2	x	x	x				x						x					x			
	SO #3		x			x				x		x				x	x	x				
	SO #4	x		x	x				x		x											
	SO #5		x									x			x							
	SO #6					x				x		x				x			x			
		6th Semester									7th Semester											
		IM 307	IM 308	IM 309	IM 373	IM 377	IM 378	IM 389	IM 395	IM 396	IM 402	IM 403	IM 428	IM 438	IM 439	IM 409	IM 455	IM 456				
PROGRAM STUDENT OUTCOMES	SO #1	x	x		x		x	x			x		x			x						
	SO #2			x			x			x		x	x	x	x			x				
	SO #3		x	x		x		x	x			x				x						
	SO #4					x				x			x				x					
	SO #5		x					x			x		x		x		x					
	SO #6	x		x		x		x		x		x	x		x		x	x	x			
		8th Semester							9th Semester													
		IM 419	IM 433	IM 441	IM 457	IM 498	ET 001 / IM 440	ET 001 / IM 466	ET 001 / IM 478	ET 001 / IM 488	IM 492	IM 499	IM 429	IM 475								
PROGRAM STUDENT OUTCOMES	SO #1	x		x				x		x	x		x	x								
	SO #2	x	x		x	x			x		x		x									
	SO #3				x		x															
	SO #4	x	x	x			x			x	x	x										
	SO #5					x							x									
	SO #6		x		x		x	x		x		x	x									

Posteriormente, se crea una tercera matriz comparativa entre los *Objetivos del Programa de Ingeniería (PEO's)* y los *Objetivos de Aprendizaje (SO's)* para evaluar la congruencia entre ellos, y como se puede apreciar en la Tabla 3, es también indispensable definir el nivel de relación entre ellos: Alto, Medio o Bajo. Posteriormente, con la ayuda de la Tabla 1, se realizó un conteo para determinar en qué medida aportaban conocimiento y habilidades para alcanzar los *Objetivos del Programa (PEO's)* de ingeniería. De igual manera, se definió un rango para definir la poca, mediana y alta aportación de cada uno de ellos.

Con la ayuda de la información recopilada en la Tabla 1 y Tabla 2, es posible generar finalmente una larga matriz que identifique cual o cuales cursos disciplinarios del programa de ingeniería fomentan las once competencias de aprendizaje internacionales para detectar rápidamente si alguno de ellos no se está cubriendo. Esta matriz ayuda también a conocer en qué medida se está impulsando las competencias en el estudiante y así crear un balance para asegurar que cada competencia esté siendo desarrollada equitativamente y además a lo largo de toda su carrera. Para ello, se ha creado un sumador automático de cursos para precisamente identificar carencias. Dicha información está plasmada en la Tabla 4.

**Tabla 3. Matriz de congruencia entre PEO's y SO's del programa académico en cuestión**

	SO # 1	SO # 2	SO # 3	SO # 4	SO # 5	SO # 6
<b>PEO#1:</b>	High (37 discipline courses address the outcome)	Low (8 discipline courses address the outcome)	Medium (34 discipline courses address the outcome)	Low (14 discipline courses address the outcome)	PEO # 1 is not addressed by SO # 5 in discipline courses	PEO #1 is not addressed by SO # 6 in discipline courses
<b>PEO#2:</b>	High (37 discipline courses address the outcome)	Low (8 discipline courses address the outcome)	Medium (34 discipline courses address the outcome)	Low (14 discipline courses address the outcome)	High (43 discipline courses address the outcome)	Medium (33 discipline courses address the outcome)
<b>PEO # 3:</b>	High (37 discipline courses address the outcome)	Low (8 discipline courses address the outcome)	Medium (34 discipline courses address the outcome)	PEO # 3 is not addressed by SO # 4 in discipline courses	High (43 discipline courses address the outcome)	PEO # 3 is not address by SO # 6 in discipline courses

Así mismo, se notan las letras *I*, *R*, y *E* entre paréntesis y delante de la clave del curso que significan *Introduced*, *Reinforced* y *Emphasized/Evaluate*, respectivamente. Esta nomenclatura ha sido definida por la facultad del plan académico en otra matriz para asegurar que el estudiante, a lo largo de su carrera, reciba paulatinamente el conocimiento y habilidades necesarias para alcanzar el nivel de ingenieros que ABET acredita al final de su carrera. Dicha matriz también cuida balancear la carga de trabajo entre los profesores de tiempo completo de la facultad, asegurando la participación equitativa de todos en el compromiso con la educación.



Tabla 5. Matriz IRE

		O	P	Otoño					Primavera					Otoño										Primavera									
		1st Sem	2nd Sem	3rd Semester					4th Semester					5th Semester										6th Semester									
		IM101	IM153	IM216	IM230	IM231	IM254	IM256	IM265	IM266	IM316	IM302	IM303	IM306	IM309	IM312	IM335	IM336	IM367	IM307	IM308	IM309	IM373	IM377	IM378	IM389	IM395	IM396					
		PT	PT	CG	CG	BR	DR	AC	CG	BR/ED	CG	CA	BR	BK	TM	LM	DR	AC	BK	PG	BK	TM	TM/LM	DR/Moises	TM	LM/Comme	DR/JY	CA	BR/LM				
a	2			I			I						R	R															2	a			
b	2					I				I										R			R							3	b		
c	1											I															R	R		3	c		
d	2			I									R															R		2	d		
e	0																					R								2	e		
f	2		I																											1	f		
g	3		I	I											R			R									R			3	g		
h	2		I																								R			1	h		
i	1																												R	2	i		
j	1																													1	j		
k	2		I			I													R		R						R			3	k		
		PT	CG	BR	DR	AC	CG										CA	BR	BK	TM	LM	DR	AC	PG									
		5	4	4	2	2	1										3	3	2	3	3	3	2	2									

		Otoño					Primavera					Otoño										
		7th Semester					8th Semester					9th Semester										
		IM403	IM408	IM438	IM439	IM409	IM455	IM456	IM419	IM433	IM441	IM457	IM466	IM488	IM498	IM429	IM475	IM478	IM499			
		BK	LM	DR	CA/??	PT	HS/MJ	TM	LM	HS	HS	FB	TM	BK	CG	JJR/ARL	HS/MJ	LM	CA	CX		
a	3	E																		3	a	
b	3		E					E		E											3	b
c	3			E									E								2	c
d	2				E															E	3	d
e	3	E																			3	e
f	3						E									E					3	f
g	2																E				2	g
h	2																	E			2	h
i	3					E											E				3	i
j	1																			E	1	j
k	2		E		E																2	k
		BK	LM	DR	CA	PT	HS	TM	CG	FB	JJR	CX										
		4	4	2	3	2	1	3	2	0	2	2										

Es importante verificar en la Matriz IRE que todos los SO de ABET sean cubiertos por el plan de estudios en los tres niveles (IRE). Al momento de su creación, se determinó que cada curso debe fomentar un máximo de tres SO de ABET (mínimo 1). Respecto a los cursos evaluadores, se requiere que cada Student Outcome de ABET sea evaluado al menos una vez por semestre.

Finalmente se pueden crear gráficas con el objetivo de visualizar toda esta información de manera más fácil y rápida. Por ejemplo, la Figura 1 se observa el porcentaje de evaluación anual de cada Objetivo de Aprendizaje del programa de Ingeniería Mecánica, mientras que en la Figura 2, se concentra el número de cursos que fomentan cada SO de ABET.

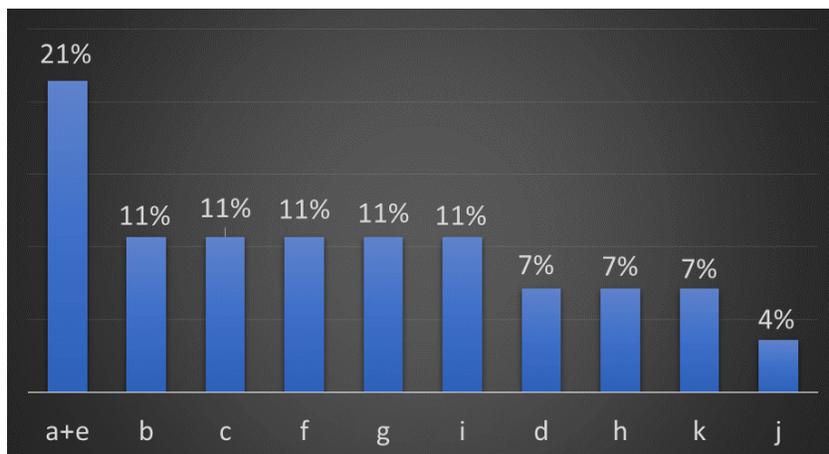


Figura 1. Porcentaje de evaluación anual

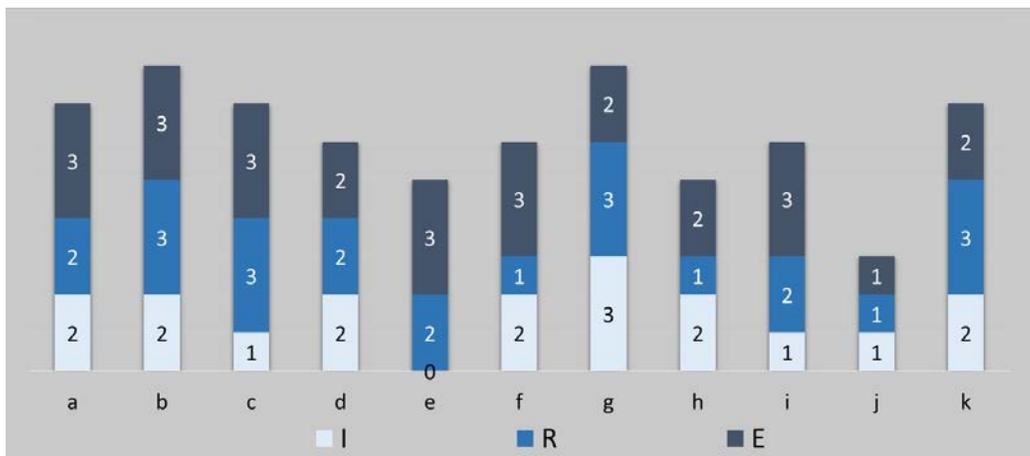


Figura 2. Número de cursos que fomentan cada SO de ABET

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con la metodología descrita anteriormente fue posible comprobar que el Plan de Estudios de Ingeniería Mecánica si fomenta los *Objetivos del Programa de Ingeniería* (Ver Tabla 1) y los *Objetivos de Aprendizaje* (Tabla 2). De igual manera, se obtiene repetitividad en los datos cuando se conoce que efectivamente los *Objetivos del Programa de Ingeniería* (Ver

Tabla 1) también están siendo fomentados por los *Objetivos de Aprendizaje* (Ver Tabla 2) y sobretodo, en qué medida. Con la Tabla 3 podemos estar seguros que existe un balance de atención en aquellos. Finalmente, cuando se logra organizar la matriz presentada en la Tabla 4, es posible visualizar en qué medida cada curso del plan de estudios en cuestión cumple con los criterios de evaluación de ABET puesto que antes no se contaba con información a detalle, es decir, la aportación de enseñanza/aprendizaje a nivel curso. No sería posible conjuntar toda la información de la Tabla 4 sin la clasificación *IRE* y distribución de responsabilidades mostrada en la Tabla 5, la cual permite precisamente diseñar fácilmente el curso encargado de fomentar en los estudiantes las competencias deseadas además de equilibrar la participación de la facultad de tiempo completo involucrada en cursos disciplinarios.

Como se puede apreciar en la Figura 1, el plan de estudios de Ingeniería Mecánica está muy interesado en fomentar y obtener información del *Student Outcome* “a” y “e” de ABET los cuales se relacionan con la habilidad del estudiante de aplicar su conocimiento en matemáticas e ingeniería así como la habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. De igual manera, se aprecia que los *Student Outcomes* “b”, “c”, “f”, “g” e “i” forman un segundo grupo de competencias deseables en los estudiantes. Sin embargo, el *Student Outcome* “j - An ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability and sustainability”, no es altamente fomentado en el estudiante a lo largo de su carrera y esto se debe a que el contenido de muy pocos cursos del plan de ingeniería mecánica, logra por si solo abarcar tantas áreas del conocimiento y habilidades en la enseñanza del estudiante. Por supuesto, este es un punto de mejora continua identificado que será tomado en cuenta durante la creación del plan curricular 2018.

## CONCLUSIONES

La recopilación de toda la información es valiosa para saber si es posible continuar trabajando en el desarrollo de los instrumentos de medición directas e indirectas encargadas de evaluar el grado de adquisición de competencias en el estudiante egresado de cualquier ingeniería, o en su defecto, comenzar a replantear objetivos de aprendizaje que estén orientados a los que ABET demanda. Se ha notado que en particular la Matriz IRE ha ayudado a enfocar a los profesores para alcanzar un objetivo común. Ahora cada profesor conoce cuál es su participación en el proceso de enseñanza efectiva y cómo utilizar los instrumentos disponibles para su ejecución. Lo único que cada profesor desarrolla de manera muy particular, es el artefacto de evaluación que utilizará para obtener información clara y precisa del estudiante.

Este es el primer paso en el proceso de preparación para someter a un programa de ingeniería a la acreditación internacional, puesto que continua con el diseño de los instrumentos de medición directa e indirecta, el método de recaudación de evidencias, evaluación y el proceso de mejora continua para el aseguramiento de la calidad de

aprendizaje. Estos temas son explicados a detalle en los artículos titulados “Instrumentos de medición directa e indirecta para evaluación de competencias en ingeniería”, “Evaluación de competencias para la implementación de procesos de mejora continua en programas de ingeniería”, “Experiencias de Acreditación Internacional en cuatro programas de Ingeniería y su impacto en Mejora Continua”. Este primer paso hacia la mejora en la calidad de la enseñanza de la ingeniería puede visualizarse.

### **BIBLIOGRAFÍA**

ICACIT, (2014). ICACIT participa del ABET Symposium 2014. Obtenido el 18 de marzo de 2015, de: <http://www.icacit.org.pe/web/component/content/article/8-noticias/288-icacit-participa-del-abet-symposium-2014.html>

ABET, (2015). Acreditaciones. Obtenido el 19 de marzo de 2015, de: <http://www.abet.org/accreditation/>

UDLAP, (2015). Acreditaciones. Obtenido el 19 de marzo de 2015, de: <http://www.udlap.mx/internas/acreditaciones.aspx>